1154 N.
1893
Lane Medical Lib

Ueber

Kanalwasserreinigung durch einfaches Sedimentiren ohne fällende Zusätze.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medicin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der hohen medicinischen Facultät

der

vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zugleich mit den Thesen

Dienstag, den 15. August 1893, Mittags 11 Uhr

öffentlich vertheidigen wird

Walter Hübner
approb. Arzt aus Klein-Kreutz.

Referent: Herr Prof. Dr. **Renk.**

Opponenten: Herr **M. Bolze,** approb. Arzt, Herr **F. Thusius,** approb. Arzt.

München 1893.
Druck von R. Oldenbourg.

Ueber

Kanalwasserreinigung durch einfaches Sedimentiren ohne fällende Zusätze.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medicin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der hohen medicinischen Facultät

der

vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

zugleich mit den Thesen

Dienstag, den 15. August 1893, Mittags 11 Uhr

öffentlich vertheidigen wird

Walter Hübner

approb. Arzt aus Klein-Kreutz.

Referent: Herr Prof. Dr. **Renk.**

Opponenten: Herr **M. Bolze,** approb. Arzt, Herr **F. Thusius,** approb. Arzt.

München 1893.

Druck von R. Oldenbourg.

Seinen theuren Eltern

in dankbarer Liebe gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153703_0293

Wenn man die hygienische oder technische Litteratur nach Methoden der Kanalwasserreinigung durchsucht, findet man, dass sich alle dort besprochenen Verfahren unter die folgenden Kategorien eintheilen lassen:

1. Berieselung,
2. Filtration,
3. Chemische Fällung mit Sedimentirung,
4. Durchlüftung,
5. Elektrische Reinigung.

Nur eine Reinigungsart, welche jedoch weitaus am häufigsten angetroffen wird, erfährt kaum eine Erwähnung, die Reinigung durch Absitzenlassen der suspendirten Stoffe bei verringerter oder völlig aufgehobener Geschwindigkeit des fliessenden Kanalinhaltes. Während über die Wirksamkeit der erstgenannten Methoden eine Summe von Beobachtungen und experimentellen Untersuchungen vorliegt, ist der Effekt der einfachen Sedimentirung so gut wie nicht quantitativ untersucht worden, wenigstens ist es mir nicht gelungen, Arbeiten aufzufinden, welche sich über den Gegenstand so eingehend verbreitet hätten, wie z. B. die Arbeiten über Berieselung, über das Verfahren von Röckner-Rothe, Müller-Nahnsen und andere. Und doch verdient auch dieser Reinigungsvorgang ein eingehendes Studium; denn einestheils spielt er sich häufig unbeabsichtigt ab, wenn beispielsweise Kanalinhalt aus Städten oder Fabrikabgänge in einen langsam fliessenden

Wasserlauf oder See eingeleitet werden, andererseits wird absichtlich Gebrauch davon gemacht, indem, besonders zur Klärung von Fabrikabwässern, bevor sie in städtische Kanäle eingelassen werden, Klärbecken angeordnet werden, welche selbstredend keinem anderen Zwecke dienen können, als die ungelösten Bestandtheile mehr oder weniger vollkommen zurückzuhalten.

Der Mangel diesbezüglicher Untersuchungsresultate, sowie einige andere äussere Momente veranlassten Herrn Prof. Dr. Renk, mich mit der Untersuchung der bei den medicinischen Instituten und Kliniken hiesiger Universität bestehenden Kläranlage für Kanalwasser zu betrauen; ich bin dieser Aufforderung gerne nachgekommen und übergebe hiermit die, wie ich glaube, nicht belanglosen Resultate der Oeffentlichkeit.

Die medicinischen Institute und Kliniken der Universität zu Halle a/S. sind in einer Anzahl von Gebäuden untergebracht, die auf einem 79496 qm umfassenden Grundstücke auf der höchsten Geländestufe der Stadt zum grössten Theile in den Jahren 1875—1885 aufgeführt worden sind. Aehnlich wie ein Centralheizungs- und Centralventilationssystem all diesen Gebäuden Luft und Wärme zuführt, besorgt ein System von Kanälen die Entfernung der Abfallstoffe, die sich den Umständen entsprechend aus menschlichen Fäkalien, Haus- und Küchenwasser, Badewasser, atmosphärischen Niederschlägen und den flüssigen Abgängen aus den Laboratorien zusammensetzen. Der schliesslichen Unterbringung all dieser Schmutzstoffe stellten sich von vorneherein nicht unerhebliche Schwierigkeiten in den Weg; musste im hygienischen Interesse der zum grössten Theile aus Krankenanstalten bestehenden Institute auf möglichst schnelle Entfernung der Abfallstoffe Bedacht genommen werden, so erhoben doch andererseits die städtischen Behörden Bedenken gegen eine directe Einleitung derselben in die städtischen Kanäle, da man gerade aus Krankenanstalten höchst gefährliche — mit Infectionsstoffen beladene — Abwässer erwarten zu müssen glaubte. Die bezüglichen Verhandlungen zwischen den betheiligten Parteien hatten denn auch das Ergebnis, dass die Bauleitung sich entschloss, vor Einmündung in den städtischen Kanal eine

Reinigungsanlage einzuschalten, deren Zweck es sein sollte, alle festen Auswurfstoffe des Menschen zurückzuhalten, während alle flüssigen Abgänge als unbedenklich in den städtischen Kanal eingelassen werden dürfen.

Man suchte dies durch die Anlage von Klärbecken zu erreichen, und zwar mussten zwei solche errichtet werden, eines für die Anatomie und das Isolirhaus, da diese beiden Gebäude wesentlich tiefer liegen, als die übrigen Institute; für interne, chirurgische, Frauen- und Augenklinik, pathologisches und physiologisches Institut sowie das Oekonomiegebäude mit Küche und Waschhaus wurde dagegen eine wesentlich grössere Kläranlage aufgeführt, deren Wirkungsweise den Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen bildet.

Die zuletzt genannten Gebäude liegen auf einem etwa rechteckigen Terrain, das nach Westen und Norden hin ziemlich steil abfällt. In dem nördlichen Abhange, zwischen Augenklinik und physiologischem Institute, wurde ein Bau aufgeführt mit einer kurzen Zufahrt von der etwa 7 m tiefer gelegenen Fahrstrasse aus. Durch das Einfahrtsthor gelangt man in einen sich rasch nach oben und den Seiten hin erweiternden Raum, an dessen hinterem Ende bequem 3 Wagen nebeneinander stehen können. Hinter der diesen Raum nach rückwärts abschliessenden Mauer sind 3 übereinander gelegene Etagen eingebaut; die oberste ist durch Einsteigschachte vom oberen Terrain aus zugängig, sie dient zur Vornahme gewisser, gleich zu bezeichnender Arbeiten und ist gerade hoch genug, um darin aufrecht stehen zu können. Der Boden dieses Raumes ist mit hölzernen Gittern bedeckt, welche über den Klärbecken liegen. Diese bilden somit die mittlere Etage, während die unterste Etage aus Gewölben besteht, welche von der Zufahrt aus zugängig und gross genug sind, die zur Entleerung der Schlammmassen aus den Becken dienenden Kesselwagen aufzunehmen.

Der wichtigste Theil dieser ganzen Anlage sind selbstredend die Klärbecken. Solcher sind 4 vorhanden, und zwar liegen neben einem grossen 7 m langen und 1,9 m breiten Bassin 3 kleinere von je $1{,}9 \times 1{,}9$ m Grundfläche, sämmtliche vier im Mittel 1,9 m

tief. Der Boden der Bassins ist nach der Mitte zu abgeschrägt, am tiefsten Punkte liegt ein Ablassventil von 20 cm Weite, durch welches jede Grube entleert werden kann.

Die Kanalwässer werden der Anlage durch Thonrohrkanäle zugeführt und ergiessen sich in ein System offener Kanäle, welche auf den Trennungsmauern zwischen den einzelnen Becken verlaufen und gestatten, das Wasser entweder durch sämmtliche Gruben der Reihe nach fliessen zu lassen oder eine oder mehrere dieser auszuschalten. Es ist so die Möglichkeit gegeben, einzelne Gruben zu entleeren, ohne dass eine Unterbrechung in der Funktion des Ganzen eintreten müsste. Aus den Vertheilungskanälen fliesst das Schmutzwasser je in einer Ecke in eine Grube ein und aus ihr wieder in einer diagonal gegenüberliegenden Ecke ab; aus dem letzten Bassin endlich wird es einem Abfallrohre zugeführt und durch dieses einem kleinen, mit dem städtischen Kanal verbundenen Bassin.

Für gewöhnlich sollte das Wasser alle 4 Gruben durchlaufen, sobald aber sich eine Schlammmasse angehäuft hätte von 1,4 m Höhe, so dass also das darüber stehende Wasser nur noch ½ m tief wäre, sollte diese Grube ausgeschaltet und entleert werden.

Die Entleerung einer Grube wird in der Weise vorgenommen, dass, nachdem sie erst ausser Betrieb gestellt, das überstehende geklärte Wasser abgelassen wird, wozu eine eigene, hier nicht näher interessirende Vorrichtung dient; erst dann, wenn die abgesetzte Schlammschichte zu Tage liegt, wird das Ablassventil gezogen, und der Schlamm direct in die untergeschobenen Kesselwagen abgelassen.

Um auch Schwimmstoffe aus den städtischen Kanälen ferne zu halten, ist die Einrichtung getroffen, dass in die einzelnen Bassins Gitter von 1,9 m Breite vertical eingehängt werden, so dass sie in das Wasser eintauchen; vor ihnen sammelt sich jeweilig Alles an, was auf der Oberfläche schwimmt und nicht so fein ist, dass es die Maschen der Gitter passiren könnte.

Man ist aber noch einen Schritt weiter gegangen und hat auch eine Desinfection des Grubeninhaltes angestrebt; man wollte »Gärungen und die Entwicklung gesundheitsgefährlicher Gase und

parasitischer Pilze in den mit Fäcalstoffen gemischten Abwässern auf dem Wege von den Kliniken bis zu den Klärgruben verhindern und hat zu diesem Zwecke die Closets in den einzelnen Anstalten mit Desinfectionsvorrichtung nach dem patentirten Systeme von Friedrich in Leipzig versehen. Allerdings sind diese Closets heutzutage nicht mehr anzutreffen, doch wird die Friedrich'sche Masse, bestehend aus 12% Carbolsäure, 35% Aetzkalk, 15% Eisenoxydhydrat, 3% Thonerdehydrat und 35% Wasser auch heute noch zur Desinfection der Klärgrube verwendet und zwar in folgender Weise. In einen eisernen Cylinder von etwa 10 l Inhalt ist ein Drahtkorb von etwa 2—3 l Inhalt eingesetzt, der mit der Friedrich'schen Masse zu bestimmten Zeiten — vorschriftsmässig alle 2 Tage — gefüllt werden soll. Ist dies geschehen, so wird ein Deckel aufgesetzt, und nun Wasser durch den Apparat hindurchgeleitet; dieses soll die Desinfectionsmasse lösen, und die Lösung soll dann dem Kanalwasser beigemischt werden.

Dass auf solche Weise eine wirksame Desinfection nicht erzielt werden kann, liegt auf der Hand, selbst wenn 2 Apparate der beschriebenen Art vorhanden sind, wie dies der Fall ist. Wer einmal gesehen hat, welche Wassermengen von den medicinischen Instituten abfliessen, der muss es nach dem heutigen Stande der Desinfectionslehre für ein vergebliches Bemühen ansehen, mit 1 Kilo (hochgerechnet) eines Desinfectionspulvers die tägliche Menge Kanalwasser desinficiren zu wollen.

Das quantitative Verhältnis zwischen Abwassermenge und Desinfectionsmittel ist in diesem Falle ein so ungeheuerliches, dass es sich kaum verlohnte, über die totale Unzulänglichkeit des Verfahrens noch eigene Versuche anzustellen; ich konnte mir es jedoch nicht versagen, wenigstens ein Experiment zu machen, um das Verfahren recht drastisch zu illustriren. Zu diesem Zwecke bestimmte ich an einem Tage, nachdem frische Friedrich'sche Masse in die Desinfectionscylinder eingebracht worden war — etwa 1 Stunde nach dieser Operation —, den Rückstand des den Cylindern zufliessenden und des aus ihnen abfliessenden Wassers; die Differenz beider Bestimmungen musste

ergeben, wie viel von dem Desinfectionsmittel in Lösung gegangen war. Der Gehalt des zufliessenden Wassers an gelösten Stoffen betrug pro Liter 567 mg, der des abfliessenden Wassers 570 mg, die Differenz mithin 3 mg, eine Grösse, welche innerhalb der Fehlergrenzen der Methode liegt. Diese einzige Thatsache dürfte vollauf genügen, die zur Zeit noch geübte sog. Desinfection als völlig nutzlos erscheinen zu lassen; man weiss heutzutage, dass nicht nur die Anwesenheit eines Desinfectionsmittels nothwendig ist, um eine bacterienhemmende oder bacterientödtende Wirkung zu entfalten, sondern dass die Menge des Mittels den Ausschlag gibt.

Die Versuche über die Wirkungsweise der Kläranlage mussten sich vornehmlich auf die Mengen der ungelösten suspendirten Stoffe beziehen; denn nur nach dieser Richtung hin konnte eine Veränderung an dem durchfliessenden Wasser erwartet werden. Bevor jedoch an die quantitative Bestimmung dieser Stoffe gegangen werden konnte, waren einige Vorfragen zu entscheiden.

Es war zweifellos mit dem Umstande zu rechnen, dass das der Kläranlage zufliessende Kanalwasser in seiner Zusammensetzung und damit auch in seinem Gehalte an ungelösten Stoffen wesentlich schwanken würde; dafür sprach schon der Umstand, dass bei Nacht erfahrungsgemäss kaum nennenswerthe Mengen von Wasser in den Kliniken verbraucht werden, und somit auch fast nichts in die Kläranlage gelangt. Es musste daher vor Allem festgestellt werden, wie lange wohl für gewöhnlich das einfliessende Wasser braucht, um die Anlage zu passiren und am Auslauf anzulangen. Liess sich diese Zeit ermitteln, so war es möglich, genau correspondirende Proben von zu- und abfliessendem Wasser zu schöpfen und zu untersuchen.

Schon der erste Versuch, darüber Anhaltspunkte zu gewinnen, misslang, und so auch alle folgenden. Es wurden verschiedene Schwimmkörper in das zufliessende Wasser eingeworfen, Papierschnitzel, weisse Beeren, auch Farbstofflösungen; aber alle Versuche zeigten, dass ein Theil des zufliessenden Wassers auf kürzestem Wege, wenn auch beträchtlich verlangsamt, die Klärgruben durchquerte, ein anderer Theil beschrieb gebogene Linien

und gelangte viel später, erst in der doppelten oder dreifachen Zeit, zum Ablaufe, und manche Schwimmkörper blieben schon im ersten Klärbassin in einer ruhigen Ecke liegen. Die Schmutzwässer werden somit in eine Anzahl von Fäden zerlegt, die mit den verschiedensten Geschwindigkeiten durch die Klärbecken hindurchgetrieben werden.

Es erschien daher von vorneherein unmöglich, genau entsprechende Proben vom Zulauf und Ablauf zu gewinnen, und blieb daher nichts anderes übrig, als eine grosse Anzahl von Proben an beiden Punkten zu entnehmen und etwa aus deren Durchschnittswerthen die mittlere Leistung der Kläranlage zu berechnen; vielleicht, so vermutheten wir unter der Voraussetzung, dass jeweilig nur ein aliquoter Theil der suspendirten Stoffe zurückgehalten würde, liesse sich aus einer Reihe stündlich oder halbstündlich genommener Proben vom Zu- und Ablauf doch schliesslich eine Zeit ableiten, innerhalb welcher etwa die grössere Menge des zufliessenden Wassers zum Ablaufe gelangt; allein auch diese Hoffnung erwies sich als trügerisch.

Weiterhin handelte es sich darum, die Methode der quantitativen Bestimmung der suspendirten Stoffe festzustellen. Man konnte daran denken, das Kanalwasser vom Ablauf und Zulauf zu filtriren, allein dagegen war von vorneherein einzuwenden, dass damit die Gesammtsumme dieser Stoffe bestimmt würde, welche sich aus leichteren und schwereren Partikelchen zusammensetzt, von denen die letzteren freiwillig zu Boden sinken, während jene schweben bleiben, auch wenn man das Kanalwasser stundenlang ganz ruhig stehen lässt. Dass eine Klärgrube auch diese Stoffe — ich will sie mit dem Namen Schwebestoffe bezeichnen — aus dem Kanalwasser entferne, kann billiger Weise nicht wohl verlangt werden; dagegen kann gefordert werden, dass alles, was bei ruhigem Stehen zu Boden sinkt, also die eigentlichen Sinkstoffe, auch wirklich Zeit finden, zu Boden zu fallen. Ich habe mich wiederholt davon überzeugt, dass im Kanalwasser schon sehr schnell ein Bodensatz entsteht, dessen Menge nach einer Stunde sichtlich nicht mehr zunimmt, ebensowenig wie sich die überstehende trübe Flüssigkeit nach dieser

Zeit noch weiter klärt. Gleichwohl habe ich bei meinen Versuchen, um ganz sicher zu gehen, jedesmal 4 Stunden lang das Kanalwasser in hohem Gefässe absitzen lassen. Nach dieser Zeit wurde vorsichtig abgehebert und der Bodensatz auf gewogene Filter gebracht, bei 105° getrocknet und gewogen. Da jedesmal 1 l Flüssigkeit zur Verwendung kam, war eine Umrechnung nicht weiter nöthig.

Ich habe Gelegenheit gehabt, unmittelbar nach einer gründlichen Reinigung aller vier Klärgruben am 2. Mai d. Js. einen Versuch zu machen, und habe dabei die folgenden Zahlen erhalten:

Tabelle I.

Sinkstoffe im Zulauf und Ablauf der Kläranlage.

Milligramme pro 1 l.

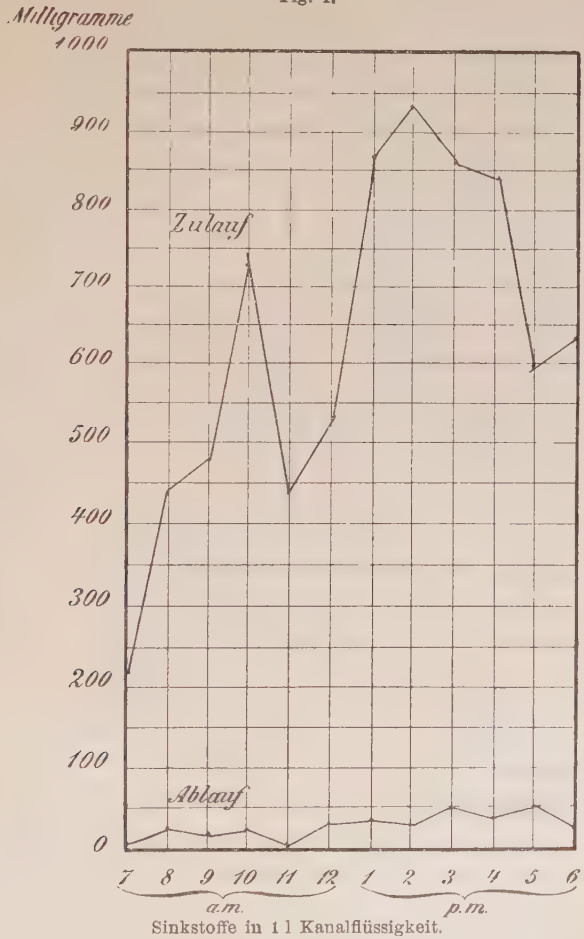
Zeit der Probenahme	Zulauf	Auslauf	Differenz absolut	Differenz Proc.
7 Uhr Vormittag	224,1	12,5	211,6	= 94,4
8 » »	429,1	27,8	401,3	= 93,5
9 » »	475,5	20,5	455,0	= 95,7
10 » »	731,2	20,0	711,2	= 97,2
11 » »	443,7	7,6	436,1	= 98,3
12 » Mittag	526,3	27,6	498,7	= 94,7
1 » Nachmittag	869,1	30,4	838,7	= 96,5
2 » »	933,5	29,1	904,4	= 96,9
3 » »	862,1	45,1	817,0	= 94,8
4 » »	838,2	35,3	802,9	= 95,8
5 » »	598,6	48,5	550,1	= 91,9
6 » »	632,7	26,6	606,1	= 95,8
Mittel	630,3	27,6	602,7	= 95,6

Die Tabelle gibt in ihrer zweiten Rubrik eine neue Bestätigung der Thatsache, dass die Zusammensetzung der Kanalwässer im Laufe des Tages bedeutenden Schwankungen unterliegt. Das Minimum an Sinkstoffen enthielt an diesem Tage die um 7 Uhr früh geschöpfte Probe mit 224,1 mg, das Maximum die Probe um 2 Uhr mit 933,5 mg; beide Werthe gehen um mehr als das Vierfache auseinander.

Die dritte Rubrik »Auslauf« lässt sodann erkennen, dass aus dem abfliessenden Wasser durchaus nicht alle bei Ruhe freiwillig

zu Boden gehenden Sinkstoffe entfernt sind, doch ist die Menge der zurückgebliebenen sehr gering, wie aus der vierten Rubrik hervorgeht, in welcher ich die in der Anlage zurückgehaltenen

Fig. 1.



Sinkstoffe in 1 l Kanalflüssigkeit.

Sinkstoffe auch in Procenten der ursprünglich im Zulaufe vorhanden gewesenen Sinkstoffe berechnet habe. Bei dieser Berechnung ist allerdings stillschweigend angenommen, was sicher nicht zutrifft, dass das zufliessende und ausfliessende Wasser einander entsprechen; allein es war eben nicht anders zu machen, da, wie ich schon auseinandergesetzt habe, das in die Anlage eintretende

Wasser mit sehr verschiedener Geschwindigkeit dieselbe passirt, und da ich ferner wahrnehmen konnte, dass auch die Wassermengen, wie nicht anders zu erwarten, im Laufe des Tages sehr erheblich schwankten. Man ist also sicher nicht im Stande, anzugeben, wann eine eben abfliessende Wassermenge in die Klärgruben eingetreten ist, vielmehr wird man annehmen müssen, dass jede Probe vom Ablauf sich zusammensetzt aus Quantitäten, welche vor 2, 3, 4, 5 . . . x Stunden zugeflossen sind.[1])

Wenn demnach auch die einzelnen Zahlen der dritten Rubrik den thatsächlichen Verhältnissen nicht voll entsprechen, so kann doch andererseits angenommen werden, dass die Mittelzahl annähernd richtig sein wird, da sie aus 12 gleichmässig über den Tag vertheilten Einzelbeobachtungen gewonnen worden ist.

Da nun ferner ein Blick auf die Procentzahlen der einzelnen Proben erkennen lässt, dass diese nicht weit vom Mittel abweichen, so lässt sich daraus wieder ableiten, dass jedenfalls der eben erhobene Einwand nicht sehr schwer wiegt.

In Fig. 1 habe ich die Zahlen für Ablauf und Zulauf graphisch dargestellt, und ergibt sich auch aus dem Bilde, dass die Menge der nicht in den Klärgruben zurückgehaltenen Sinkstoffe am Versuchstage eine recht geringe war, die Anlage somit das, was man von ihr verlangen kann, auch nahezu vollkommen geleistet hat.

Es lag natürlich sehr nahe, auch die Frage, wie sich wohl die Bacterien bei jenem Klärungsvorgange verhalten würden, in den Kreis der Untersuchung einzubeziehen; es war dies umsomehr geboten, da ja der Zweck der ganzen Anlage der war, alle Infectionserreger aus den städtischen Kanälen fern zu halten. Ich habe daher mit dem vorstehend geschilderten Versuche eine bacteriologische Untersuchung der Proben vom Zulauf und Ablauf verbunden. Je 1 ccm der gut durchgeschüttelten Probe wurde mit 100 ccm sterilen Wassers verdünnt, und aus der Verdünnung

1) Ich konnte am Tage dieses Versuches bestimmen, dass zur Füllung der grossen und zweier kleiner Gruben (die dritte musste ausgeschlossen bleiben) gerade 2 Stunden erforderlich waren.

Gelatineplatten mit je 0,5 und 0,2 ccm gegossen. Die Zählung der entwickelten Colonien ergab folgende Werthe:

Tabelle II.

Keime in 1 ccm Kanalflüssigkeit.

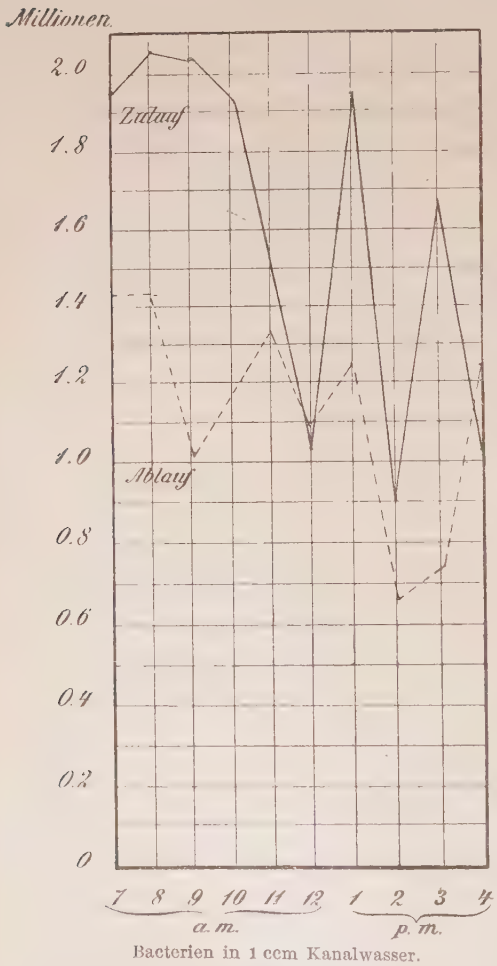
Zeit der Probenahme	Zulauf	Ablauf	Differenz absolut	Differenz Proc.
7 Uhr Vormittag	1 954 496	1 424 918	— 529 578	= 27,1
8 » »	2 061 288	1 424 918	— 636 370	= 30,9
9 » »	2 035 840	1 017 920	— 1 017 920	= 50,0
10 » »	1 933 878	1 170 608	— 763 270	= 39,4
11 » »	1 526 880	1 323 296	— 203 584	= 13,3
12 » Mittag	1 017 920	1 068 016	+ 51 096	= 5,0
1 » Nachmittag	1 933 878	1 246 952	— 686 926	= 35,5
2 » »	915 958	661 648	— 254 310	= 27,7
3 » »	1 628 672	737 992	— 890 680	= 54,7
4 » »	1 017 920	1 260 366	+ 242 446	= 23,8
Mittel	1 602 673	1 133 663	— 469 010	= 29,26

Es wird daraus ersichtlich, wie ja auch zu erwarten war, dass die Bacterien sich anders verhalten, als die Sinkstoffe. In drei Fällen von zehn war das abfliessende Wasser bacterienärmer als das zufliessende, zweimal aber sogar bacterienreicher als dieses (12 Uhr und 4 Uhr), und im Durchschnitte zeigte es sich nur um 29,26 % ärmer an Bacterien gegenüber dem zufliessenden Wasser.

Ich habe auch die Zahlen dieser Tabelle graphisch dargestellt (Fig. 2), die Curven sprechen so deutlich, besonders bei einem Vergleiche mit Fig. 1, dass kaum darüber noch etwas zu sagen übrig bleibt; höchstens ist auf das annähernd entgegengesetzte Verhältnis zwischen Sinkstoffen im Zulauf und Bacteriengehalt aufmerksam zu machen: während jene im Grossen und Ganzen während des Vormittags in wesentlich geringerer Menge auftraten als Nachmittags, war die Zahl der Bacterien gerade in den Vormittagsstunden wesentlich höher als später. Ich bin jedoch weit davon entfernt, eine Erklärung dafür geben zu wollen oder Schlüsse darauf aufzubauen, ich möchte vielmehr nur aus

dieser Beobachtung die Warnung herauslesen, dass in der Benutzung einzelner Versuchsreihen grösste Vorsicht geboten ist, wenn es sich darum handelt, die Grösse der Verunreinigung eines Wassers abzuschätzen. Ein Wasser kann vom chemischen Standpunkte rein und vom bacteriologischen aus betrachtet sehr schlecht erscheinen, und umgekehrt; man wird daher stets vor einseitiger Betrachtung sich in Acht zu nehmen haben.

Fig. 2.



Bacterien in 1 ccm Kanalwasser.

Ein zweiter Versuch über den Erfolg der Klärung fällt etwa mitten in die Zeit zwischen zwei Entleerungen der Klärgruben, zeitlich allerdings früher als der erste Versuch.

Die Entfernung des abgesetzten Schlammes aus den Bassins erfolgte in den letzten Jahren jeweilig in Zwischenräumen von je ½ Jahr. (Auf diese allmählich entstandene Praxis wird später nochmals eingegangen werden müssen.)

Im Jahre 1892 fand eine Entleerung vom 1. bis 3. Mai und eine zweite vom 26. bis 29. October statt. Zwischen diesen beiden Terminen, am 23. Juli, stellte ich einen Versuch an, indem ich von 7 Uhr früh bis 6 Uhr Abends Proben nahm und auf Sinkstoffe untersuchte. Die Ergebnisse des Versuches enthält Tabelle III und Fig. 3.

Tabelle III.

Sinkstoffe im Zulauf und Ablauf.

Milligramme in 1 l.

Zeit der Probenahme	Zulauf	Ablauf	Differenz absolut	Differenz Proc.
7 Uhr Vormittag	1 100,0	129,3	970,7	= 88,2
8 » »	629,3	52,3	577,0	= 91,7
9 » »	554,1	70,3	483,8	= 87,3
10 » »	115,0	48,5	66,5	= 57,8
11 » »	235,1	60,8	174,3	= 74,1
12 » Mittag	246,4	73,2	173,2	= 70,3
1 » Nachmittag	474,9	54,2	420,7	= 88,6
2 » »	300,0	49,3	250,7	= 83,6
3 » »	654,8	34,5	620,3	= 94,7
4 » »	216,1	28,6	187,5	= 86,7
5 » »	331,7	43,8	287,9	= 86,8
6 » »	242,1	43,2	198,9	= 82,3
Mittel	424,9	57,3	367,6	= 86,5

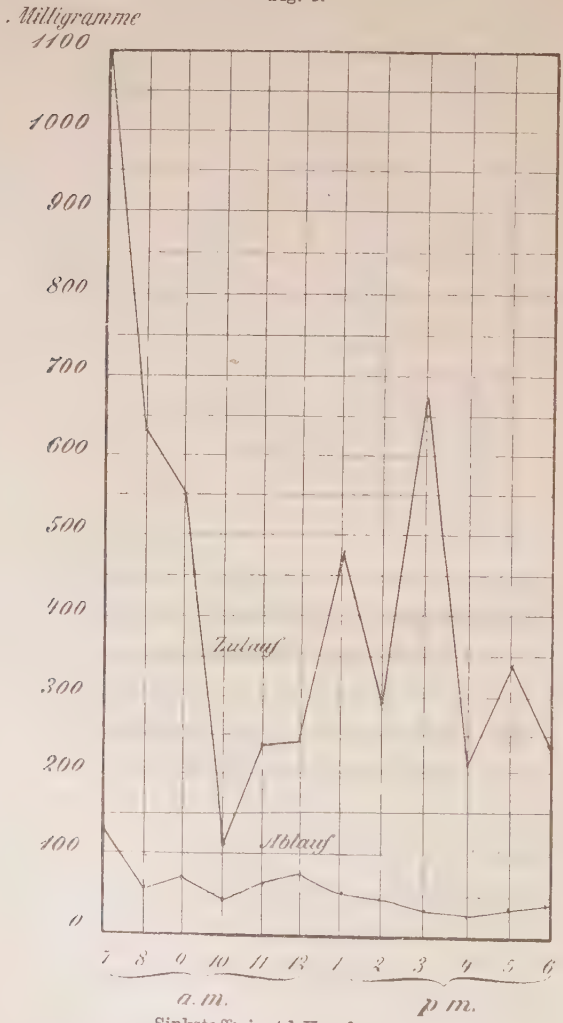
Vergleicht man Tabelle I und II miteinander, so findet man zweifellos eine Abnahme der Wirkung der Klärgrube bei fortgesetzter Benutzung; statt 95,6% werden jetzt nur noch 86,5% der Sinkstoffe in den Gruben zurückgehalten, die übrigen 13,5% gehen mit dem gereinigten Wasser in den städtischen Kanal. Während in Tabelle I der Effekt der Sedimentirung noch ziemlich constant erscheint, insofern als die Procentzahlen sich nur zwischen 91,9 und 98,3 bewegen, tritt im Versuche vom 23. Juli eine viel grössere Ungleichmässigkeit auf; die Procente schwanken zwischen 57,8 und 94,7. Auch diese Erscheinung kann nur so ausgelegt werden, dass nach längerer Dauer die Wirksamkeit der Anlage herabgesetzt wird.

Das gleiche Resultat hatte sich in noch deutlicherer Weise bei einer bacteriologischen Untersuchung der zu- und abfliessenden Wässer Ende September 1892 ergeben. Tabelle IV enthält die betreffenden Werthe. (Siehe Tabelle IV.)

In Fig. 4 habe ich wiederum die absoluten Zahlen der Keime in 1 ccm Flüssigkeit dargestellt.

Tabelle IV und Fig. 4 lassen erkennen, dass zu dieser Zeit nicht nur keine Abnahme der Keimzahl, sondern sogar eine sehr bedeutende Vermehrung derselben auf dem Wege durch die

Fig. 3.



Sinkstoffe in 1 l Kanalwasser.

Klärgruben erfolgt ist, im Durchschnitte um 50,4 %. Es ist dies auch leicht verständlich, denn bei dem Fehlen jeglicher Desinfection schreitet in den abgelagerten Schlammmassen die Zersetzung fort, aus ihnen gehen Massen von Bacterien in das

darüber hinwegfliessende Wasser über und vermehren dessen ohnehin schon recht bedeutenden Keimgehalt.

Tabelle IV.

Keime in 1 ccm Canalwasser.

Zeit der Probenahme	Zulauf	Ablauf	Differenz absolut	Differenz Proc.
9 Uhr Vormittag	1 000 000	1 822 000	+ 822 000	= 82,2
10 » »	1 452 000	2 092 800	+ 640 800	= 44,1
11 » »	1 167 200	2 067 600	+ 900 400	= 77,1
12 » Mittag	796 800	925 000	+ 128 200	= 16,1
1 » Nachmittag	1 053 600	1 452 000	+ 398 400	= 37,8
2 » »	1 736 800	1 879 200	+ 142 400	= 8,2
3 » »	996 400	1 651 200	+ 654 800	= 65,7
4 » »	1 138 800	1 907 600	+ 768 800	= 67,7
5 » »	1 167 200	1 651 200	+ 484 000	= 41,5
6 » »	996 400	1 855 600	+ 859 200	= 86,2
Mittel	1 150 520	1 730 420	+ 579 900	= 50,4

Es muss daraus der Schluss gezogen werden, dass die einfache Sedimentirung an sich nicht im Stande ist, den Bacteriengehalt des Kanalwassers zu vermindern. Man wird vielmehr unter ähnlichen Verhältnissen wie die vorliegenden viel eher auf eine Vermehrung der Keimzahl rechnen müssen.

Dass aber auch unter Umständen im Ablaufe mehr Sinkstoffe gefunden werden können, als im Zulaufe, hat eine letzte Beobachtung gezeigt. Wenige Tage vor einer Entleerung des Grubenschlammes betrat ich behufs Vornahme eines Versuches den Raum über den Klärbecken und fand diese in grösster Unordnung; die bedeckenden Holzgitter waren verschoben, beim Daraufreten quoll zwischen ihnen und seitlich dicker Schlamm hervor. Letzterer war in den vier Gruben so hoch angestiegen, dass er die Gitter in die Höhe hob. Vor dem Einlaufe hatte sich ein fusshoher Schmutzhaufen aufgethürmt, der das einfliessende Wasser nach verschiedenen Seiten hin vertheilte; dieses suchte sich irgend einen Weg durch die Vertheilungsgräben und Gruben in Rinnen, die es sich im Schlamme selbst gegraben hatte. Dass unter solchen Verhältnissen eine Reinigung nicht stattfand, zeigen folgende Zahlen.

Tabelle V.

Sinkstoffe im Ablauf und Zulauf.

Milligramme pro 1 l.

Zeit der Probenahme	Zulauf	Ablauf	Differenz absolut	Differenz Proc.
8½ Uhr Vormittag	365,9	400,0	+ 34,1	= 9,3
9½ » »	66,4	116,0	+ 49,6	= 74,7
10½ » »	83,9	43,0	— 40,9	= 48,9
11½ » »	25,5	52,0	+ 26,5	=103,9
12½ » Mittag	267,0	59,9	— 207,1	= 22,4
1½ » Nachmittag	62,0	91,4	+ 29,4	= 47,4
Mittel	145,1	127,1	— 18,0	= 12,6

Wenn somit auch im Mittel eine Ausscheidung von 12,6% der Sinkstoffe stattgefunden hat, so ist das doch so ausserordentlich wenig, dass von einer Reinigung des Kanalwassers nicht mehr gesprochen werden kann. Denn in vier Fällen von sechs floss ein an Sinkstoffen reicheres Wasser ab als zu.

Sehr interessant gestaltet sich der Vergleich der Mittelzahlen aus Tabelle I, III und V.

Die Menge der Sinkstoffe betrug

	im Zulaufe	im Ablaufe
nach Tabelle I . . .	630,3 mg	27,6 mg
» » III . . .	424,9 »	57,3 »
» » V . . .	145,1 »	127,1 »

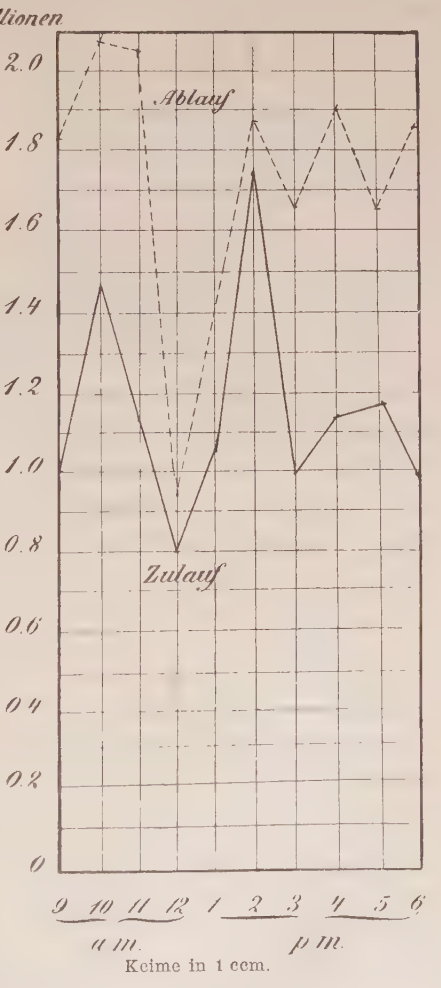
Während also anfänglich die frisch geleerten und neubeschickten Gruben selbst aus sehr stark verunreinigtem Wasser fast die ganze Menge der Sinkstoffe wegzunehmen im Stande waren, floss schon nach drei Monaten trotz geringeren Gehaltes des zufliessenden Wassers ein Wasser mit doppelt soviel Sinkstoffen ab, als anfänglich, und nach 6 Monaten bei noch geringerer Verunreinigung des Zuflusses ein Wasser mit 4 bis 5 Mal mehr Sinkstoffen als das vom ersten Tage.

Auch die Betrachtung der Fig. 5 lässt die allmählich entstandene Unzulänglichkeit der Wirkung deutlich erkennen.

Soweit die Versuche. Fasse ich deren Ergebnisse zusammen, so gelange ich zu den folgenden Endresultaten.

Es ist möglich, mittelst eines oder mehrerer Klärbecken von geeigneten Dimensionen die im Kanalwasser enthaltenen Sinkstoffe — i. e. suspendirte Stoffe, welche bei Ruhe freiwillig zu Boden sinken — fast vollständig abzuscheiden (vergl. Tabelle I). Um diese Wirkung jedoch zu unterhalten, ist es nöthig, den Betrieb einer Kläranlage geeignet zu regeln und für rechtzeitige Entfernung des Schlammes Sorge zu tragen. In dem in Rede stehenden Falle geschieht dies nicht, es hat sich hier eine falsche Praxis herausgebildet, abweichend von den ursprünglichen Intentionen, wonach, wenn eines der Becken bis zur Höhe von 0,5 m unter Wasserspiegel mit Schlamm angefüllt ist, die Ausschaltung und Reinigung erfolgen sollte. Statt dessen ist es zur Gewohnheit geworden, zweimal im Jahre die Entfernung des Schlammes aus den Gruben vorzunehmen, unbekümmert um die Menge desselben, und gleichzeitig aus allen Gruben. Wohl werden einzelne Gruben schon längere Zeit vor der Entleerung ausgeschaltet, wenn sie mit Schlamm angefüllt sind, allein sie bleiben es, auch wenn dies schon Monate vor der nächsten

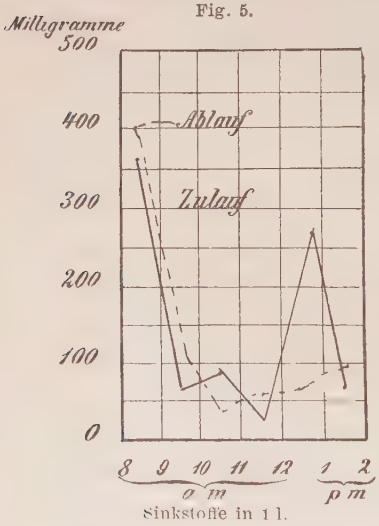
Fig. 4.



Keime in 1 ccm.

Räumung stattfindet. Dadurch wird natürlich die Wirkung der gesamten Anlage geschwächt, und werden schliesslich Zustände herbeigeführt, wie ich sie geschildert und mit Zahlen belegt habe. (Tabelle III, VI und V.) Soll die bei den Instituten bestehende Anlage auch fernerhin dazu dienen, das städtische Kanalnetz von Sinkstoffen und damit von Ablagerungen und möglicherweise Verstopfungen frei zu halten, so wird man dazu übergehen müssen, jede einzelne Grube, sobald sie nicht mehr funktionsfähig ist, sofort auszuschalten und zu entleeren; die kurze dadurch veranlasste Unterbrechung wird man sich ruhig gefallen lassen können, da ja auch 3 Klärbassins, wie im ersten Versuche, schon eine nahezu befriedigende Wirkung entfalten und fast sämmtliche Sinkstoffe zurückhalten. Mehr aber als dies wird von der Reinigung durch Sedimentirung nicht verlangt werden können.

Fig. 5.



In dieser Beziehung möchte ich übrigens noch des Eindruckes Erwähnung thun, welchen ich bei meinen Versuchen bezüglich der Beschaffenheit des Kanalwassers aus den klinischen Anstalten erhalten habe. Zu der Zeit, als die Kläranlage angeordnet und gebaut wurde, scheint man noch der Ansicht gewesen zu sein, dass ein Kanalwasser wesentlich nichts Anderes als verdünnte Fäkalien sei, und dass man die Fäkalien mit ihrem infectiösen Inhalte an Bacterien durch Absetzenlassen vom Harne trennen könne. Davon kann jedoch keine Rede sein. Ich habe niemals im zufliessenden Kanalwasser Kothballen schwimmen sehen, das Wasser roch nie nach Excrementen, sondern hatte eben jenen modrigen, üblen Geruch, wie ihn Kanalwasser an sich hat. Die Sinkstoffe sahen auch niemals so aus, als ob sie aus dem menschlichen Darme stammten, sondern wie schwarzer oder schwärzlichgrauer Detritus.

Der menschliche Koth gelangt demnach immer schon erweicht und zum Theile gelöst, auch schon in Zersetzung begriffen in die Anlage, wie auch der Umstand erkennen lässt, dass Papier dort meist nur in kleinen Stückchen zerrissen zum Vorscheine kommt. Unter solchen Umständen wird man nicht annehmen können, dass der beabsichtigte Zweck, nämlich die festen menschlichen Auswurfstoffe und die darin enthaltenen Bacterien in den Klärbassins zurückzuhalten, auch nur annähernd erreicht wird; zum mindesten kann dies nicht von den Bacterien behauptet werden, denn, wie Tabelle II und Fig. 2 zeigen, werden diese bei Weitem nicht in dem Maasse zurückgehalten wie die Sinkstoffe.

Ebenso wäre es ein Irrthum, wollte Jemand annehmen, das gereinigt abfliessende Kanalwasser stelle eine helle oder wenigstens durchsichtige Flüssigkeit dar. Das nach 4 Stunden über dem Schlamme stehende Wasser war ohne Ausnahme in allen Fällen noch getrübt, es enthielt feinste Schwebestoffe, zu denen auch die Bacterien zu rechnen sind, und diese gaben auch nach längerem ruhigen Stehen während mehrerer Stunden keinen Bodensatz mehr.

Ich habe einmal bestimmt, wie gross die Menge von suspendirten Stoffen im Zulaufe noch ist, nachdem die Sinkstoffe zu Boden gefallen sind. Zu diesem Behufe hatte ich am 27. Juli 1892 von ½ Stunde zu ½ Stunde Proben vom Zulauf genommen (von 5 Uhr Morgens bis 8 Uhr Abends); doch wurde nicht, wie bei den vorhergehenden Versuchen, jede einzelne Probe in Arbeit genommen, sondern alle Proben wurden vereinigt zu einer Durchschnittsprobe. Nachdem die Sinkstoffe zu Boden gefallen waren, wurde abgehebert und von der abgeheberten Flüssigkeit je 100 ccm abgedampft. Den Rest filtrirte ich durch ein Berkefeld-Filter, so dass er vollkommen klar ablief. Vom Filtrate wurden wieder je 100 ccm abgedampft und bei 105° getrocknet.

Aus der Differenz zwischen beiden Zahlen ergab sich die Menge der suspendirten Stoffe (Schwebestoffe) zu 7 mg pro Liter. (Im unfiltrirten Wasser fanden sich 915 mg, im filtrirten

dagegen 908 mg.) Diese Menge von 7 mg darf natürlich nicht als constant angesehen werden; an manchem Tage werden sich grössere Mengen, an anderen vielleicht auch geringere Mengen finden, aber immerhin ist diese Zahl von Wichtigkeit, da sie das Mittel aus 31 Einzelproben darstellt, und zwar Einzelproben, die, wie alle vorausgehenden Versuche gezeigt haben, sehr von einander abweichen können. Sie ist übrigens so gering, dass die Ergebnisse meiner Versuche nicht wesentlich alterirt worden wären, wenn ich durchweg die suspendirten Stoffe, d. h. Sinkstoffe plus Schwebestoffe, durch Filtration bestimmt hätte. Das Resultat des Versuches vom 2. Mai ds. Js. (Tab. I) würde sich dann so gestalten:

Suspendirte Stoffe im Zulauf	637,3 mg
„ „ „ Ablauf	34,6 mg
zurückgehaltene Sinkstoffe	602,7 mg

= 94,3 % statt 95,6 %; der Unterschied ist verschwindend.

Nach diesen Erörterungen könnte ich wohl meine Aufgabe als erledigt ansehen; immerhin kann ich es mir nicht versagen, noch einige Bemerkungen über den Werth der Klärung von Kanalwasser durch Sedimentirung anzufügen. Ich habe bei der Beschäftigung mit meinen Versuchen und bei Niederschrift der Ergebnisse die Ueberzeugung gewonnen, dass die Methode verdiente, den übrigen Eingangs genannten Verfahren, wenn auch nicht als gleichwerthig, so doch als selbstständiges Verfahren angereiht zu werden.

Was in den Klärgruben bei den medicinischen Anstalten zu Halle vor sich geht, geht auch vor sich, wenn Kanalwasser in einen träg fliessenden Wasserlauf eingeleitet wird. Ist die Wassermenge dieses nur gross genug, so werden die gelösten Stoffe des Kanalwassers bald genug verdünnt und scheinen zu verschwinden; aber die Sinkstoffe fallen zu Boden und verunreinigen den Flusslauf durch Schlammbänke, und diese wieder das darüber hinfliessende Wasser. Sinkt im Sommer der Wasserspiegel, so fangen die freigelegten Schlammmassen zu gären an und verderben die Luft. Würde in solchen Fällen ein geeignetes Klärbassin vor-

handen sein, so würden diese Unzuträglichkeiten vermieden werden können.

Herr Prof. Renk[1]) hat in einer Reihe von Gutachten überzeugend dargethan, dass eben die suspendirten Stoffe und die aus ihnen gebildeten Schlammbänke es sind, welche zu jenen Unzuträglichkeiten führen, und auch für Halle wird wohl demnächst der Nachweis geliefert werden können, dass die suspendirten Stoffe des Kanalwassers es sind, welche die Saale verschmutzen, und dass die gelösten Stoffe keine Rolle dabei spielen. Die Stadt München trifft eben zielbewusst die Vorbereitungen, ihre bevorzugte Lage an einem schnell fliessenden Flusse auszunützen und ihren ganzen Unrath, soweit er abschwemmbar ist, der Isar zu übergeben, welche nach den hochinteressanten Beobachtungen v. Pettenkofer's sehr wohl im Stande ist, die ganze Masse zu verdauen. Nicht alle Städte sind so glücklich daran, das Gleiche thun zu können, und so sieht man, besonders im Norden unseres Vaterlandes, die grössten Anstrengungen darauf verwenden, dass ja Alles aus dem Kanalwasser entfernt werde, was dasselbe verunreinigt; man geht sogar stellenweise soweit, völlige oder nahezu völlige Sterilität des Kanalwassers zu verlangen, bevor es zur Einleitung in einen Flusslauf approbirt wird.

Ich will durchaus nicht bestreiten, dass für manche grosse Gemeinwesen eine viel weitergehende Reinigung des Kanalwassers, als sie durch einfache Sedimentirung erzielt werden kann, am Platze ist; aber ich kann mir auch sehr wohl denken, dass Fälle vorkommen, in denen die Verhältnisse so liegen, dass vollkommene Abschwemmung der Schmutzstoffe ausgeschlossen, das andere Extrem aber, weitestgehende Reinigung, nicht nöthig ist. Ich denke mir, dass überall dort, wo ein wasserreicher, aber träger Flusslauf zu Gebote steht, es vollkommen ausreicht, die Sinkstoffe durch Sedimentirung zu entfernen. Jedenfalls dürfte das Verfahren vor den neueren Reinigungsmethoden, welche ja an anderen Orten sehr am Platze sein können, den Vorzug voraus

1) Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamte, Bd. V und VI.

haben, dass es billiger arbeitet, indem es alle chemischen Zusätze erspart und auch in der Anlage durch Wegfall maschineller Einrichtungen geringere Kosten verursacht als jene.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Renk, für die Ueberweisung der Arbeit, sowie für die überaus liebenswürdige Unterstützung bei derselben meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Als ältester Sohn des Guts- und Ziegeleibesitzers Ferdinand Hübner und dessen Ehefrau Beate, geb. Kleessen, wurde ich, Johannes Paul Walter Hübner, am 16. März 1869 zu Klein-Kreutz, Kreis Westhavelland, Prov. Brandenburg, geboren. Zunächst besuchte ich einige Zeit die Schule meines Heimathsortes, dann das v. Saldern'sche Realgymnasium zu Brandenburg a. H. und endlich das städtische Gymnasium ebendaselbst, welches ich Ostern 1887 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Ich wurde darauf zu Halle a. S. als Student der Medicin immatriculirt. Am Schluss meines vierten Studiensemesters bestand ich daselbst das tentamen physicum. Winter-Semester 1889/90 siedelte ich nach der Universität Berlin über, kehrte jedoch nach Ablauf eines Semesters wieder nach Halle a. S. zurück, um hier meine Studien zu vollenden. Winter-Semester 1891/92 unterzog ich mich der medicinischen Staatsprüfung und bestand dieselbe am 21. Mai 1892. Vom 1. October desselben Jahres bis 1. April 1893 kam ich meiner Militärpflicht als Einjährig-Freiwilliger beim Magdeb. Füsilier-Regiment Nr. 36 zu Halle a. S. nach. Am 28. Juli 1893 bestand ich das examen rigorosum c. l.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kliniken und Curse folgender Herren Professoren und Docenten:

In Halle a. S.:

Ackermann, Bernstein, v. Bramann, Bunge, Eberth, Graefe, Grenacher, Harnack, v. Herff, Hitzig, Kaltenbach, † Küssner, v. Mering, Oberst, Pott, Renk, Schwartze, Weber, Welcker.

In Berlin:

Lewin, v. Noorden, Virchow.

Allen diesen Herren, meinen hochverehrten Lehrern, meinen verbindlichsten Dank!

Thesen.

I.

Für Kanalwässer, welche in wasserreiche Flussläufe eingeleitet werden, ist eine Reinigung von den suspendirten Stoffen durch einfaches Sedimentiren in manchen Fällen am Platze.

II.

Die Diagnose der Gravidität in den ersten Monaten ist nicht mit völliger Sicherheit zu stellen.

III.

Bei heftiger Gonorrhoë ist die intern-medicamentöse Behandlung in der Zeit des Höhestadiums indicirt.